

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

DE00/3452

**PRIORITY  
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

REC'D 24 NOV 2000

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

EJU

**Aktenzeichen:**

199 47 779.5

09/857335

**Anmeldetag:**

02. Oktober 1999

**Anmelder/Inhaber:**ROBERT BOSCH GMBH,  
Stuttgart/DE**Bezeichnung:**

Brennstoffeinspritzventil

**IPC:**

F 02 M 51/06

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 02. November 2000  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Seiler

5 R. 36 702

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 STUTTGART

10

### Brennstoffeinspritzventil

#### Stand der Technik

15 Die Erfindung geht aus von einem Brennstoffeinspritzventil nach der Gattung des Hauptanspruchs.

20 Gewöhnlich werden Längenveränderungen eines piezoelektrischen Aktors eines Brennstoffeinspritzventils durch Temperatureinflüsse mittels hydraulischer Einrichtungen oder durch die Wahl geeigneter Werkstoffkombinationen ausgeglichen.

25 Aus der DE 197 02 066 C2 ist ein Brennstoffeinspritzventil bekannt, bei welchem die Längenveränderung des Aktors durch eine entsprechende Werkstoffkombination kompensiert wird. Das aus dieser Druckschrift hervorgehende Brennstoffeinspritzventil weist einen Aktor auf, welcher unter Federvorspannung im Ventilgehäuse geführt ist und mit  
30 einem aus einem Betätigungskörper und einem Kopfteil bestehenden Betätigungsteil zusammenwirkt, wobei das Kopfteil auf dem Piezoaktor aufliegt und der Betätigungskörper eine innere Ausnehmung des Aktors durchgreift. Der Betätigungskörper steht mit einer  
35 Ventalnadel in Wirkverbindung. Bei einer Betätigung des Aktors wird die Ventalnadel entgegen der Abspritzrichtung betätigt.

Der Aktor und der Betätigungskörper weisen zumindest annähernd die gleiche Länge auf und sind aus einem Keramikmaterial bzw. aus einem in Bezug auf die Wärmeausdehnung keramikähnlichen Material ausgeführt. Durch die gleichen Längen und Wärmeausdehnungskoeffizienten der verwendeten Materialien, z. B. INVAR, wird erreicht, daß sich der Aktor und der Betätigungskörper durch Wärmeeinwirkung gleichmäßig ausdehnen und dadurch keine negative Auswirkung in Bezug auf die Öffnungs- und Schließzeiten haben. Auch ein unerwünschtes Öffnen des Brennstoffeinspritzventils zwischen den Schaltimpulsen wird vermieden.

Nachteilig an dieser Anordnung ist vor allem die eingeschränkte Verwendbarkeit in Systemen, welche großen Temperaturschwankungen unterworfen sind. Die aus der DE 197 02 066 C2 bekannte Anordnung wird bedingt durch das nichtlineare Verhalten des Temperatúrausdehnungskoeffizienten von Piezokeramiken über den Temperaturverlauf der Aufgabenstellung nicht gerecht. In der Folge treten unpräzise Brennstoffzumeßzeiten und -mengen auf.

Von Nachteil ist auch der hohe Fertigungsaufwand, welcher mit relativ hohen Kosten verbunden ist, die insbesondere durch die Wahl der Werkstoffe (z. B. INVAR) bedingt sind.

#### Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß die Temperaturkompensation unabhängig vom Wärmeausdehnungskoeffizienten der Piezokeramik ist. Die Wärmeausdehnung wird über Dämpfungsglieder mit einem geschwindigkeitsabhängigen Übertragungsverhalten für einwirkende Impulse kompensiert und ist damit unabhängig von der Wahl des Materials für Betätigungselement und Ventilgehäuse. Dadurch wird eine

sichere und präzise Arbeitsweise des Brennstoffeinspritzventils gewährleistet.

5 Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterentwicklungen des im Hauptanspruch angegebenen Brennstoffeinspritzventils möglich.

Die fertigungstechnisch einfache Konstruktion der Bauteile ist vorteilhaft. Insbesondere sind die Kapselung und  
10 Vorspannung des Aktors in einem Aktorgehäuse von Vorteil, da die thermische Längenänderung des Aktors nicht durch aufwendige Materialkombinationen kompensiert werden muß, sondern durch eine Vorspannfeder kompensiert wird. Dadurch wird die Gesamtlänge des Aktorgehäuses nicht durch  
15 thermische Längenveränderungen beeinflusst. Daher muß durch die Entkoppelung von Aktor und Ventilgehäuse nur noch eine Lageveränderung des Aktorgehäuses relativ zum Ventilgehäuse ausgeglichen werden.

20 Auch die Kapselung von Rückstellfeder und Dämpfungsglied in einer Ventilhülse ist aufgrund der sich ergebenden kompakten Bauweise vorteilhaft.

Zeichnung

25

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

30 Fig. 1 einen axialen Schnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils und

Fig. 2 einen axialen Schnitt durch ein zweites  
35 Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Fig. 1 zeigt in einer axialen Schnittdarstellung ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils 1. Es handelt sich hierbei um ein nach innen öffnendes Brennstoffeinspritzventil 1.

5

In einem Aktorgehäuse 2 sind ein ringförmig ausgebildeter Aktor 3 mit einer zentralen Ausnehmung 7, welcher aus scheibenförmigen, piezoelektrischen oder magnetostriktiven Elementen 4 besteht, und eine Vorspannfeder 5 angeordnet.

10 Der Aktor 3 wird durch ein elektronisches Steuergerät über einen nicht dargestellten Steckkontakt betätigt. Zur Vereinfachung ist in Fig. 1 lediglich ein einzelner Anschlußdraht 6 dargestellt.

15 Das Aktorgehäuse 2 besteht aus einer Hülse 3 und einem Aktorgehäusedeckel 9. Der Aktorgehäusedeckel 9 liegt an einem ersten Ende 10 der Vorspannfeder 5 an. Eine erste Stirnseite 11 des Aktors 3 liegt an einem abspritzseitigen Ende der Hülse 8 an, wobei der Aktor 3 radial von der Hülse  
20 8 umgeben ist. Eine zweite Stirnseite 12 des Aktors 3 und ein zweites Ende 13 der Vorspannfeder 5 stützen sich an einem dazwischenliegenden Mittelflansch 14 ab. Der Aktor 3 wird über die Hülse 8 durch die Vorspannfeder 5 vorgespannt.

25 Der Mittelflansch 14 ist vorzugsweise durch eine Schweißnaht 15 kraftschlüssig mit einem Betätigungskörper 16 verbunden. Der Betätigungskörper 16 ist in der zentralen Ausnehmung 7 des Aktors 3 angeordnet und steht mit einer Ventilnadel 17 in Verbindung, an welcher ein Ventilschließkörper 18  
30 ausgebildet ist. Bei Abheben des Ventilschließkörpers 18 von einer Ventilsitzfläche 19 wird Brennstoff durch eine in einem Ventilsitzkörper 29 ausgebildete Abspritzöffnung 20 abgespritzt. Der Betätigungskörper 16 stützt sich endseitig an einer Rückstellfeder 21 ab. Der Brennstoff strömt über  
35 einen nahe des Dichtsitzes ausgeführten Brennstoffeinlaß 22 eines Ventilgehäuses 23 und über einen Zwischenraum 24 zwischen der Ventilnadel 17 und dem Ventilgehäuse 23 zum Dichtsitz.

Zwischen der Hülse 8 des Aktorgehäuses 2 und dem Ventilgehäuse 23 befindet sich an einem ersten Ende 39 des Aktorgehäuses 2 ein erstes ringförmiges Dämpfungsglied 25a. Zwischen dem Aktorgehäusedeckel 9 und dem Ventilgehäuse 23 befindet sich an einem zweiten Ende 40 des Aktorgehäuses 2 ein zweites ringförmiges Dämpfungsglied 25b. Die Dämpfungsglieder 25a, 25b bestehen aus einem Kunststoff, insbesondere aus unvernetztem Silikonkautschuk, welcher sich bei einer hohen Verformungsgeschwindigkeit nahezu statisch verhält und bei einer geringen Verformungsgeschwindigkeit elastisch oder plastisch verformbar ist. Die Dämpfungsglieder 25a, 25b weisen mechanische Federn 27 auf, deren Dämpfungsverhalten dem Dämpfungsverhalten des Kunststoffes überlagert ist. Der Kunststoff ist vorteilhafterweise in einer Ummantelung 26 gekapselt. Die Dämpfungsglieder 25a, 25b puffern das Aktorgehäuse 2 gegen das Ventilgehäuse 23 ab.

Wird an den Aktor 3 des in Fig. 1 dargestellten erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils 1 eine elektrische Betätigungsspannung angeschlossen, dehnen sich die scheibenförmigen Elemente 4 des Aktors 3 aus, wodurch der Mittelflansch 14 entgegen der Strömungsrichtung des Brennstoffes bewegt wird. Die Vorspannfeder 5 wird entgegen der bereits vorhandenen Vorspannung weiter zusammengedrückt. Der Ventilschließkörper 18 hebt von der Ventilsitzfläche 19 ab und Brennstoff wird durch die im Ventilsitzkörper 29 ausgebildete Abspritzöffnung 20 abgespritzt.

Durch die hohe Betätigungsfrequenz des Aktors 3 beim Betrieb des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils 1 in einer Brennkraftmaschine verhalten sich die zwischen dem Ventilgehäuse 23 und dem Aktorgehäuse 2 befindlichen Dämpfungsglieder 25a, 25b wie ein inkompressibler Feststoff, da die Ausdehnung des Aktors 3 bei seiner Betätigung zu schnell erfolgt, als daß die Dämpfungsglieder 25a, 25b zusammengedrückt werden könnten. Die Dämpfungsglieder 25a, 25b verhalten sich nahezu statisch, wodurch der durch die elektrische Betätigungsspannung ausgelöste Impuls auf den

Betätigungskörper 16 übertragen wird und sich das Brennstoffeinspritzventil 1 öffnet.

Ein Brennstoffeinspritzventil 1 erfährt beim Betrieb starke  
 5 Temperaturschwankungen. Zum einen erwärmt sich das ganze  
 Brennstoffeinspritzventil 1 durch den Kontakt zur  
 Brennkammer einer Brennkraftmaschine, zum anderen treten  
 lokale Temperaturveränderungen z. B. durch die  
 Verlustleistung beim Verformen des piezoelektrischen Aktors  
 10 3 oder durch elektrische Ladungsbewegung auf. Dies  
 resultiert in einer thermischen Längenverkürzung der  
 scheibenförmigen Elemente 4, da piezoelektrische Keramiken  
 negative Temperaturexpansionskoeffizienten besitzen, sich  
 also bei Erwärmung zusammenziehen und bei Abkühlung  
 15 ausdehnen.

Eine derartige Verkürzung des Aktors 3 durch Erwärmung wird  
 innerhalb des Aktorgehäuses 2 durch die Ausdehnung der  
 vorgespannten Vorspannfeder 5 kompensiert. Die Verkürzung  
 20 des Aktors 3 führt zu einer Verlängerung der Vorspannfeder  
 5. Da der Mittelflansch 14 über die Schweißnaht 15 an dem  
 Betätigungskörper 16 arretiert ist, resultiert aus der  
 Längenveränderung des Aktors 3 eine Lageveränderung des  
 Aktorgehäuses 2. Diese Lageveränderung des Aktorgehäuses 2  
 25 wird durch die Pufferung des Aktorgehäuses 2 innerhalb des  
 Ventilgehäuses 23 durch die Dämpfungsglieder 25a, 25b  
 kompensiert, da bei quasistatischen Lageänderungen des  
 Aktorgehäuses 2 relativ zum Ventilgehäuse 23 durch  
 Temperatureinflüsse die Bewegung des Aktorgehäuses 2 so  
 30 langsam erfolgt, daß die Dämpfungsglieder 25a, 25b elastisch  
 oder plastisch verformt werden.

Fig. 2 zeigt in einer axialen Schnittdarstellung ein zweites  
 Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen  
 35 Brennstoffeinspritzventils 1. Bereits beschriebene Elemente  
 sind mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen, so daß  
 sich eine wiederholende Beschreibung erübrigt.

Der Aktor 3 liegt bei diesem Ausführungsbeispiel an seiner zweiten Stirnseite 12 an einem Aktorgehäusedeckel 30 an, an dem sich eine Vorspannfeder 5 abstützt, welche zwischen dem Aktorgehäusedeckel 30 und einem Ventilgehäusedeckel 28  
 5 eingespannt ist. Der Aktor 3 stützt sich mit seiner ersten Stirnseite 11 an einem Flansch 31 ab, der durch eine Schweißnaht 32 mit dem Ventilgehäuse 23 in Wirkverbindung steht. Am Aktorgehäusedeckel 30 ist der Betätigungskörper 16 angebracht, der durch die zentrale Ausnehmung 7 des Aktors 3  
 10 hindurchgeführt ist.

Der Betätigungskörper 16 ragt endseitig in eine Ventilhülse 33 hinein. In der Ventilhülse 33 sind eine Rückstellfeder 21 und ein Dämpfungsglied 25 so gekapselt, daß sich die  
 15 Rückstellfeder 21 und das Dämpfungsglied 25 an einem dazwischenliegenden Ventilnadelflansch 34 abstützen. Die Rückstellfeder 21 ist zwischen einer Deckplatte 38 der Ventilhülse 33 und dem Ventilnadelflansch 34 eingespannt. Der Ventilnadelflansch 34 ist mit der Ventilnadel 17  
 20 einteilig ausgebildet, welche durch eine Ausnehmung 35 in einer Grundplatte 37 der Ventilhülse 33 ragt. Die Ventilnadel 17 ist durch eine Ventilnadelführung 36 geführt. Den Abschluß der Ventilnadel 17 bildet der Ventilschließkörper 18, der mit der Ventilsitzfläche 19  
 25 einen Dichtsitz bildet. Der Brennstoff wird über einen seitlichen Brennstoffeinlaß 22 zugeführt und strömt über einen Zwischenraum 24 zwischen der Ventilnadel 17 und dem Ventilgehäuse 23 zum Dichtsitz. Im Ventilsitzkörper 29 ist mindestens eine Abspritzöffnung 20 ausgebildet.

30 Wird dem Aktor 3 des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils 1 eine elektrische Aktivierungsspannung zugeführt, dehnen sich die piezoelektrischen Elemente 4 des Aktors 3 aus. Da der Aktor  
 35 3 mit seiner ersten Stirnseite 11 an dem Flansch 31 anliegt, der über die Schweißnaht 32 fest mit dem Ventilgehäuse 23 verbunden ist, dehnt er sich in Hubrichtung aus und nimmt den Betätigungskörper 16 in Hubrichtung mit. Der mit der Ventilhülse 33 in Wirkverbindung stehende Betätigungskörper



16 nimmt dann bedingt durch das harte Übertragungsverhalten des Dämpfungsgliedes 25 über den Ventilnadelflansch 34 die Ventilnadel 17 mit und öffnet dadurch das Brennstoffeinspritzventil 1.

5

Das harte Übertragungsverhalten des Dämpfungsgliedes 25 ist durch die hohe Schaltgeschwindigkeit des Aktors 3 bedingt. Die Bewegung des Betätigungskörpers 16 erfolgt bei Betätigung des Aktors 3 so schnell, daß sich das Dämpfungsglied 25 wie ein inkompressibler Feststoff verhält und den Impuls auf den Ventilnadelflansch 34 und die Ventilnadel 17 überträgt. Das Brennstoffeinspritzventil 1 unterliegt jedoch auch einer Wärmeausdehnung. Bei dieser langsam verlaufenden Längenveränderung des Aktors 3 zeigt das Dämpfungsglied 25 ein weiches Übertragungsverhalten. Bei einer Verschiebung des Betätigungskörpers 16 durch eine quasistatische thermische Längenänderung des Aktors 3 wird die Bewegung durch das Dämpfungsglied 25 kompensiert, indem das Dämpfungsglied 25 komprimiert wird und der Ventilschließkörper 18 über den Ventilnadelflansch 34 durch die Vorspannfeder 5 an die Ventilsitzfläche 19 gepreßt wird.

Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern auch bei einer Vielzahl anderer Bauweisen von Brennstoffeinspritzventilen 1 realisierbar.

5 R. 36 702

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 STUTTGART

10

### Ansprüche

1. Brennstoffeinspritzventil (1), insbesondere  
Einspritzventil für Brennstoffeinspritzanlagen von  
15 Brennkraftmaschinen, mit einem piezoelektrischen oder  
magnetostriktiven Aktor (3) und einem von dem Aktor (3)  
mittels einer Ventilnadel (17) betätigbaren  
Ventilschließkörper (18), der mit einer Ventilsitzfläche  
(19) zu einem Dichtsitz zusammenwirkt,  
20 dadurch gekennzeichnet,  
daß zumindest ein Dämpfungsglied (25; 25a, 25b) mit einem  
Feststoff vorhanden ist, welcher sich bei einer hohen  
Verformungsgeschwindigkeit nahezu statisch verhält und bei  
einer geringen Verformungsgeschwindigkeit elastisch oder  
25 plastisch verformbar ist.
2. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Feststoff des Dämpfungsglieds (25; 25a, 25b) aus  
30 einem Kunststoff, insbesondere aus unvernetztem  
Silikonkautschuk, besteht.
3. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
35 daß das Dämpfungsglied (25; 25a, 25b) eine mechanische Feder  
(27) aufweist, deren Dämpfungsverhalten dem  
Dämpfungsverhalten des Kunststoffes überlagert ist.

4. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

daß sich eine erste Stirnseite (11) des Aktors (3) an einer Hülse (8) abstützt, eine Vorspannfeder (5) mit einem ersten Ende (10) an einem die Hülse (8) zu einem Aktorgehäuse (2) abschließenden Aktorgehäusedeckel (9) anliegt und sich eine zweite Stirnseite (12) des Aktors (3) und ein zweites Ende (13) der Vorspannfeder (5) an einem Mittelflansch (14) abstützen.

5. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet,

daß das Aktorgehäuse (2) mit dem darin enthaltenen Aktor (3) und der Vorspannfeder (5) eine konstante Länge aufweist und sich mit einem ersten Ende (39) über ein erstes ringförmiges Dämpfungsglied (25a) und mit einem zweiten Ende (40) über ein zweites ringförmiges Dämpfungsglied (25b) an einem Ventilgehäuse (23) abstützt.

6. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Ventilnadel (17) vorzugsweise über eine Schweißnaht (15) mit dem Mittelflansch (14) in Verbindung steht.

7. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

daß sich der Aktor (3) mit einer ersten Stirnseite (11) an einem Flansch (31) und mit seiner zweiten Stirnseite (12) an einer Deckplatte (30) abstützt.

8. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 7,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Flansch (31) vorzugsweise über eine Schweißnaht (32) mit einem Ventilgehäuse (23) in Verbindung steht.

9. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 7 oder 8,

dadurch gekennzeichnet,

daß ein Betätigungskörper (16), der sich endseitig an der Deckplatte (30) abstützt, über eine Ventilhülse (33) in Wirkverbindung mit der Ventilnadel (17) steht.

- 5 10. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß in der Ventilhülse (33) eine Rückstellfeder (21) und ein  
Ventilnadelflansch (34) der Ventilnadel (17) gekapselt sind,  
wobei zwischen dem Ventilnadelflansch (34) und einer  
10 Grundplatte (37) der Ventilhülse (33) ein Dämpfungsglied  
(25) angeordnet ist und die Rückstellfeder (21) zwischen dem  
Ventilnadelflansch (34) und einer Deckplatte (38) der  
Ventilhülse (33) eingespannt ist.
- 15 11. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß sich in der Grundplatte (37) der Ventilhülse (33) eine  
Ausnehmung (35) befindet, durch welche sich die Ventilnadel  
(17) erstreckt.
- 20 12. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden  
Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Aktor (3) ringförmig mit einer zentralen Ausnehmung  
25 (7) ausgebildet ist, durch welche sich ein auf die  
Ventilnadel (17) einwirkender Betätigungskörper (16)  
erstreckt.

5 R. 36 702

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 STUTTGART

10

### Zusammenfassung

Ein Brennstoffeinspritzventil (1), insbesondere ein  
Einspritzventil für Brennstoffeinspritzanlagen von  
15 Brennkraftmaschinen, besteht aus einem piezoelektrischen  
oder magnetostriktiven Aktor (3) und einem von dem Aktor (3)  
mittels einer Ventilnadel (17) betätigbaren  
Ventilschließkörper (18), der mit einer Ventilsitzfläche  
(19) zu einem Dichtsitz zusammenwirkt. Zur Kompensation der  
20 ~~Temperaturausdehnung~~ ist mindestens ein Dämpfungsglied (25a,  
25b) aus einem Feststoff vorhanden, welcher sich bei einer  
hohen Verformungsgeschwindigkeit nahezu statisch verhält und  
bei einer geringen Verformungsgeschwindigkeit elastisch oder  
plastisch verformbar ist.

25

(Fig. 1)

